

## TENT COOPERATION . REA

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 02 May 2000 (02.05.00)	
<b>International application No.</b> PCT/EP99/07440	<b>Applicant's or agent's file reference</b> T 11025 WO
<b>International filing date (day/month/year)</b> 05 October 1999 (05.10.99)	<b>Priority date (day/month/year)</b> 06 October 1998 (06.10.98)
<b>Applicant</b> HINKEN, Johann, H. et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

16 March 2000 (16.03.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Claudio Borton</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Intern. Aktenzeichen: PCT/EP99/07440  
Anmelder: F.I.T. Messtechnik GmbH  
Unser Zeichen: 11025 WO (KG/JÜ)

### Neue Ansprüche

5

1. Prüfvorrichtung zur Erfassung und Lokalisierung von Materialinhomogenitäten in elektrisch leitenden Proben (10), aufweisend einen Halter (30) für die zu prüfende Probe (10), eine Temperatureinstelleinrichtung (30, 50, 60) zur Ausbildung eines Temperaturprofils in der Probe (10), und zumindest einen Meßwertaufnehmer (20) zur kontaktlosen Messung des Magnetfelds außerhalb der Probe (10), dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Meßwertaufnehmer in unterschiedlichem Abstand von der Probe (10) vorgesehen sind.

10

2. Prüfvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Halter (30) mit einem Drehantrieb zur Drehung der Probe (10) verbunden ist.

15

3. Prüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertaufnehmer einen Squid-Sensor aufweisen.

4. Prüfvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Squid-Sensor ein Squid-Magnetometer aufweist.

20

5. Prüfvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Squid-Sensor ein Squid-Gradiometer aufweist.

25

6. Verfahren zur Erfassung und Lokalisierung von Materialinhomogenitäten in elektrisch leitenden Proben, wobei die Probe auf ein vorbestimmtes Temperaturprofil gebracht wird und das Magnetfeld außerhalb der Probe (10) kontaktlos gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld außerhalb der Probe mit mehreren Meßwertaufnehmern gemessen wird, die in unterschiedlichem Abstand von der Probe vorgesehen sind.

30

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Probe gedreht wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Polarität des Meßsignals und der Richtung des Temperaturgradienten auf den Typ der Inhomogenität geschlossen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur verbesserten Lokalisierung und Formbestimmung der Inhomogenität das Temperaturprofil in der Probe (10) in nacheinander folgenden Messungen unterschiedlich eingestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in nacheinander folgenden Messungen das Magnetfeld in unterschiedlichen Entfernungen von der Probe (10) gemessen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß mit den mehreren Meßwertaufnehmern gleichzeitig gemessen wird.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## NEW CLAIMS

1. A testing device for detecting and localising material inhomogeneities in electrically conductive samples comprising a holder for the sample to be tested, a temperature setting device for forming a temperature profile in the sample, and at least one measuring sensor for the contactless measurement of the magnetic field outside the sample, wherein several measuring sensors are provided at a different distance to the sample.
2. A testing device according to claim 1, wherein the holder is connected to a rotational drive for rotating the sample.
3. A testing device according to one of the preceding claims, wherein the measuring sensors comprise a Squid sensor.
4. A testing device according to claim 3, wherein the Squid sensor is a Squid magnetometer.
5. A testing device according to claim 3, wherein Squid sensor comprises a Squid gradiometer.
6. A method for detecting and localising material inhomogeneities in electrically conductive samples, wherein the sample is brought to a predetermined temperature profile and the magnetic field outside the sample is contactlessly measured, wherein the magnetic field outside the sample is measured with several measuring sensors which are provided at a different distance to the sample.
7. A method according to claim 6, wherein the sample is rotated.
8. A method according to one of the claims 6 or 7, wherein from the polarity of the measuring signal and the direction of the temperature gradient one may infer the type of homogeneity.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



9. A method according to one of the claims 6 to 8, wherein for the improved localization and shape determination of the inhomogeneity the temperature profile in the sample is differently set in subsequent measurements.

10. A method according to claim 6, wherein in subsequent measurements the magnetic field is measured at different distances to the sample.

11. A method according to claim 6, wherein one simultaneously measures with several measuring sensors.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/EP 99/07440

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01N27/72

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 534 405 A (HULEK ET AL.) 13 August 1985 (1985-08-13) abstract column 2, line 61 -column 3, line 15; figure 1	1-14
A	EP 0 135 204 A (CISE) 27 March 1985 (1985-03-27) abstract page 1, line 8 - line 24; figure 1	1-14
A	US 5 537 037 A (OTAKA ET AL.) 16 July 1996 (1996-07-16) abstract column 3, line 22 -column 4, line 26; figure 1	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 February 2000

Date of mailing of the international search report

07/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kempf, G

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/07440

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4534405	A	13-08-1985	AT 382458 B	25-02-1987
			AT 51582 A	15-07-1986
			EP 0088069 A	07-09-1983
			JP 58165005 A	30-09-1983
EP 135204	A	27-03-1985	IT 1163522 B	08-04-1987
			JP 60014162 A	24-01-1985
US 5537037	A	16-07-1996	JP 6324021 A	25-11-1994

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

09/806739  
Translation  
5650

9  
PATENT COOPERATION TREATY

# PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference T 11025 WO	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP99/07440	International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)	Priority date (day/month/year) 06 October 1998 (06.10.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01N 27/72		
Applicant F.I.T. MESSTECHNIK GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 2 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 16 March 2000 (16.03.00)	Date of completion of this report 26 January 2001 (26.01.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP  Facsimile No.	Authorized officer  Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

- ☒ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-6, as originally filed,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
Nos. 1-11, filed with the letter of 11 January 2001 (11.01.2001),  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1-3, as originally filed,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

☐ the description, pages \_\_\_\_\_

☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_

☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 99/07440

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

This report makes reference to the following document:

D1: US-A-4 534 405 (HULEK ET AL.) 13 August 1985  
(1985-08-13)

- Claim 1 proceeds from the prior art according to D1. In said prior art, a steel sample heated to above the Curie temperature is cooled, only on its surface, to a temperature below the Curie temperature, and the cooled surface layer is examined for non-homogeneities by means of a magnetic field measurement, while the core of the sample maintains a temperature above the Curie temperature. This known method was used to achieve the aim of carrying out further heat treatments of the sample in an energy-saving manner.

**The problem** to be solved by the present invention is that of increasing the magnetic field signals in the magnetic field-supported testing of workpieces (samples), and thereby to increase the measurement resolution for non-homogeneities located both near the surface and deep beneath the surface. This problem is solved by means of a testing device

**THIS PAGE BLANK (USPTO**

(Claim 1) and a method (Claim 6) in which the sample is brought up to a predetermined temperature profile by means of a temperature-adjustment device, and the magnetic field outside the sample is measured by means of a plurality of transducers provided at varying distances from the sample.

2. **Novelty** (PCT Article 33(2))

The subject matter of independent Claims 1 and 6 is novel (PCT Article 33(2)) because neither D1 nor any of the other searched documents shows a testing device or discloses a method in which a plurality of transducers are provided at varying distances from the sample.

3. **Inventive step** (PCT Article 33(3))

The subject matter of Claims 1 and 6 is also regarded as involving an inventive step (PCT Article 33(3)), because neither D1 nor the other searched documents addresses the above-mentioned problem of interest or suggests something which would lead to the measures associated with the solution to said problem, without inventive activity. Although in the method known from D1 the sample is implicitly brought up to a temperature profile, this is done in order to solve an entirely different problem. The detection of non-homogeneities lying deep beneath the surface is neither intended nor possible in D1.

4. **The industrial applicability** (PCT Article 33(4)) of the subject matter of Claims 1 and 6 is established without a doubt.

5. Novelty, inventive step and industrial applicability of the subject matter of dependent Claims 2-5 and

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/EP 99/07440

7-11 arise from the dependence of these claims on  
Claims 1 and 6, respectively.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

Intern application No.  
PCT/EP 99/07440

**VII. Certain defects in the international application**

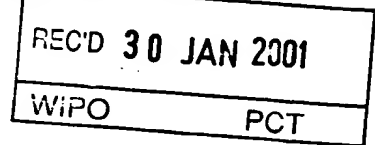
The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Contrary to the requirements of PCT Rule 5.1.(a)(ii), the description neither cites D1 nor indicates the relevant prior art disclosed therein.
2. The description is not consistent with the claims (PCT Rule 5.1(a)(iii)).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT



### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

T16

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts T 11025 WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07440	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 05/10/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 06/10/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01N27/72		
Anmelder F.I.T. MESSTECHNIK GMBH		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 2 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  16/03/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  25. 01. 01
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Van der Goot, D  Tel. Nr. +49 89 2399 2562  

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**I. Grundlage des Berichts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

1-6                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-11                      mit Telefax vom                      11/01/2001

**Zeichnungen, Nr.:**

1-3                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07440

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-11
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-11
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-11
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

## VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
**siehe Beiblatt**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



1. Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: US-A-4 534 405 (HULEK ET AL.) 13. August 1985 (1985-08-13)

### **Zu Punkt V**

1. Anspruch 1 geht von dem Stand der Technik nach D1 aus. Darin wird eine oberhalb der Curie-Temperatur geheizten Stahlprobe nur an der Oberfläche auf eine Temperatur unterhalb der Curie-Temperatur abgekühlt und mittels einer Magnetfeldmessung die abgekühlte Oberflächenschicht auf Inhomogenitäten untersucht, während der Kern der Probe eine Temperatur oberhalb der Curie-Temperatur beibehält. Mit dieser bekannten Methode wurde die Aufgabe gelöst die weiteren thermischen Behandlungen der Probe energiesparend durchführen zu können.

Der vorliegenden Erfindung liegt **die Aufgabe** zugrunde bei Magnetfeld gestützter Prüfung von Werkstücken (Proben), die Magnetfeldsignale zu vergrößern und damit die Meßauflösung für oberflächennahe Inhomogenitäten wie auch für solche, die tief unter der Oberfläche liegen zu erhöhen. Erreicht wird dies mit einer Prüfvorrichtung (Anspruch 1) und einem Verfahren (Anspruch 6), wobei mittels einer Temperatureinstelleinrichtung die Probe auf ein vorbestimmtes Temperaturprofil gebracht wird und mit mehreren Meßwertaufnehmern, die in unterschiedlichem Abstand von der Probe vorgesehen sind, das Magnetfeld außerhalb der Probe gemessen wird.

2. **Neuheit** (Art. 33(2), PCT)

Die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche 1 und 6 sind neu (Art. 33(2) PCT), weil weder D1 noch eine der anderen recherchierten Druckschriften eine Prüfvorrichtung zeigen oder ein Verfahren offenbaren, bei denen mehreren Meßwertaufnehmern in unterschiedlichem Abstand von der Probe vorgesehen sind.

3. **Erfinderische Tätigkeit** (Art. 33(3), PCT)

Die Gegenstände der Ansprüche 1 und 6 werden auch als auf erfinderische

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Tätigkeit beruhend betrachtet (Art. 33(3), PCT), da weder D1, noch die anderen recherchierten Druckschriften die oben genannte anmeldungsgemäße Aufgabe ansprechen oder einen Hinweis erhalten, der ohne erfinderische Tätigkeit zu den mit der Lösung dieser Aufgabe verknüpften Maßnahmen führen würde. Bei dem aus D1 bekannten Verfahren wird zwar implizit die Probe auf ein Temperaturprofil gebracht, aber dies zur Lösung einer ganz anderen Aufgabe. Die Erfassung tief unter der Oberfläche liegender Inhomogenitäten ist in D1 weder beabsichtigt noch möglich.

4. **Die gewerbliche Anwendbarkeit** (Art. 33(4), PCT) der Gegenstände der Ansprüche 1 und 6 ist unzweifelhaft.
5. Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit der Gegenstände der abhängigen Ansprüche 2-5 und 7-11 ergeben sich aus der Abhängigkeit dieser Ansprüche von Anspruch 1 bzw. Anspruch 6.

#### **Zu Punkt VII**

1. Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in dem Dokument D1 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch dieses Dokument angegeben.
2. Die Beschreibung steht nicht, wie in Regel 5.1 a) iii) PCT vorgeschrieben, in Einklang mit den Ansprüchen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
IM GEBIET DES PATENTWESENS

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>T 11025 WO</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 99/ 07440</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>05/10/1999</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>05/10/1998</b>
Anmelder  <b>F.I.T. MESSTECHNIK GMBH</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der Sprache ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerisierter Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerisierter Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerisierter Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01N27/72

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 534 405 A (HULEK ET AL.) 13. August 1985 (1985-08-13) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildung 1	1-14
A	EP 0 135 204 A (CISE) 27. März 1985 (1985-03-27) Zusammenfassung Seite 1, Zeile 8 - Zeile 24; Abbildung 1	1-14
A	US 5 537 037 A (OTAKA ET AL.) 16. Juli 1996 (1996-07-16) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 22 - Spalte 4, Zeile 26; Abbildung 1	1-14

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

28. Februar 2000

Abmeldedatum des Internationalen Recherchenberichts

07/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Kempf, G

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/07440

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4534405	A	13-08-1985	AT 382458 B	25-02-1987
			AT 51582 A	15-07-1986
			EP 0088069 A	07-09-1983
			JP 58165005 A	30-09-1983
EP 135204	A	27-03-1985	IT 1163522 B	08-04-1987
			JP 60014162 A	24-01-1985
US 5537037	A	16-07-1996	JP 6324021 A	25-11-1994

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

m.H

**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>G01N 27/72</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/20856</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. April 2000 (13.04.00)</p>		
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/07440</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Oktober 1999 (05.10.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 46 025.2      6. Oktober 1998 (06.10.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): F.I.T. MESSTECHNIK GMBH [DE/DE]; Bodenburger Strasse 25/26, D-31162 Bad Salzdetfurth (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HINKEN, Johann, H. [DE/DE]; Innerste Au 34, D-31139 Hildesheim (DE). TAVRIN, Yury [DE/DE]; Bodenburger Strasse 25/26, D-31162 Bad Salzdetfurth (DE).</p> <p>(74) Anwalt: KURIG, Thomas; Becker Kurig Straus, Bavariastrasse 7, D-80336 München (DE).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/07440</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Oktober 1999 (05.10.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 46 025.2      6. Oktober 1998 (06.10.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): F.I.T. MESSTECHNIK GMBH [DE/DE]; Bodenburger Strasse 25/26, D-31162 Bad Salzdetfurth (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HINKEN, Johann, H. [DE/DE]; Innerste Au 34, D-31139 Hildesheim (DE). TAVRIN, Yury [DE/DE]; Bodenburger Strasse 25/26, D-31162 Bad Salzdetfurth (DE).</p> <p>(74) Anwalt: KURIG, Thomas; Becker Kurig Straus, Bavariastrasse 7, D-80336 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/07440</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Oktober 1999 (05.10.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 46 025.2      6. Oktober 1998 (06.10.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): F.I.T. MESSTECHNIK GMBH [DE/DE]; Bodenburger Strasse 25/26, D-31162 Bad Salzdetfurth (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HINKEN, Johann, H. [DE/DE]; Innerste Au 34, D-31139 Hildesheim (DE). TAVRIN, Yury [DE/DE]; Bodenburger Strasse 25/26, D-31162 Bad Salzdetfurth (DE).</p> <p>(74) Anwalt: KURIG, Thomas; Becker Kurig Straus, Bavariastrasse 7, D-80336 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>			

(54) Title: TESTING DEVICE FOR DETECTING AND DETERMINING MATERIAL INHOMOGENEITIES

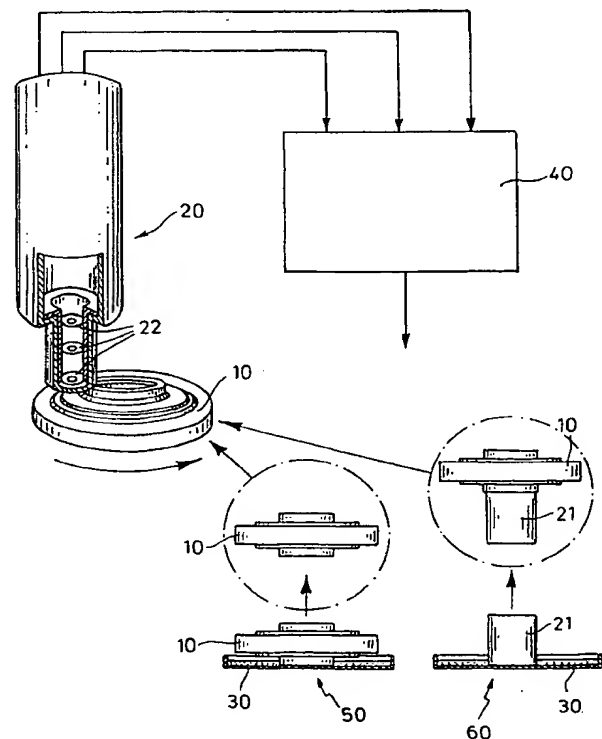
(54) Bezeichnung: PRÜFVORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG UND LOKALISIERUNG VON MATERIALINHOMOGENITÄTEN

(57) Abstract

The present invention relates to a testing device for detecting and determining material inhomogeneities in electrically conductive samples (10), comprising a support (30) for the samples (10) to be tested, a temperature regulating device (30, 50, 60) for configuring a temperature profile in the sample (10), a drive connected to the support (30) for changing the position of the sample (10) and at least one measuring sensor (20) for contactless measurement of the magnetic field outside the sample (10).

(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Prüfvorrichtung zur Erfassung und Lokalisierung von Materialinhomogenitäten in elektrisch leitenden Proben (10), aufweisend einen Halter (30) für die zu prüfende Probe (10), eine Temperatureinstellrichtung (30, 50, 60) zur Ausbildung eines Temperaturprofils in der Probe (10), einen mit dem Halter (30) verbundenen Antrieb zur Positionsänderung der Probe (10) und zumindest einen Messwertaufnehmer (20) zur kontaktlosen Messung des Magnetfelds außerhalb der Probe (10).



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Prüfvorrichtung zur Erfassung und Lokalisierung von Material- Inhomogenitäten

Die Erfindung betrifft eine Prüfvorrichtung zur Erfassung und Lokalisierung von Materialin-

10 homogenitäten in elektrisch leitenden Werkstücken bzw. Proben.

Gemäß dem Stand der Technik wird bei der Prüfung auf ferromagnetische Einschlüsse das Werkstück vormagnetisiert und anschließend mit einem Magnetfeldmeßgerät abgetastet, wie von J. Tavrín und von J. Hinken auf der „7. Europäischen Konferenz für zerstörungsfreies Testen“ in Kopenhagen 1998 und in der Druckschrift des Instituts Dr. Forster 04/95 veröffentlicht. Über die Abtastung in mindestens zwei Ebenen kann auf die Tiefenlage der Einschlüsse geschlossen werden. Bei der Prüfung auf nicht-ferromagnetische Einschlüsse oder Inhomogenitäten wird das Werkstück in ein externes Magnetfeld gebracht, wobei dieses auch das natürlich vorhandene Erdfeld sein kann. Aufgrund von Suszeptibilitätsschwankungen im

20 Werkstück ist das Magnetfeld außerhalb des Werkstücks ortsabhängig. Die Messung mit einem Magnetometer läßt Rückschlüsse auf die nicht-ferromagnetischen Inhomogenitäten zu, wie aus der Veröffentlichung von J. P. Wikswo in der IEEE Trans. Appl. Supercond., Volume 3, Nr. 1 vom März 1993 bekannt. Beide Meßverfahren verwenden keine gezielte Temperaturänderung des Werkstücks.

Thermoelektrische Effekte werden bislang nur zur Sortierung ähnlicher Materialien angewandt, nicht zur Detektion und Lokalisierung von Inhomogenitäten, wie aus einer Veröffentlichung von McMaster in „Non-destructive Testing Handbook“, Second Edition, Volume 4, Electromagnetic Testing der American Society for Non-destructive Testing von 1996 und

30 einer Veröffentlichung von A.S. Karolik und A.A. Likhvich in Sov. J. Nondestruct. Test., Volume 26, Nr. 10 vom Oktober 1990 bekannt. Darüber hinaus ist dazu eine elektrische und mechanische Kontaktierung des Bauteils notwendig.

Die gemäß dem Stand der Technik beschriebenen Geräte zur Magnetfeldmessung, d.h. basierend auf der Remanenz und der Suszeptibilität, haben den Nachteil, daß die Meßsignale nicht

stark genug sind, um auch kleine und weit unter der Oberfläche liegende Inhomogenitäten festzustellen und zu quantifizieren. Meßgeräte mit thermoelektrischen Effekten werden zur Detektion und Lokalisierung von Inhomogenitäten noch nicht verwendet.

10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei magnetfeldgestützter zerstörungsfreier Prüfung von elektrisch leitenden Werkstücken die Magnetfeldsignale zu vergrößern und damit die Meßauflösung zu erhöhen. Dies gilt sowohl für oberflächennahe Inhomogenitäten wie auch für solche, die tief unter der Oberfläche liegen.

Diese Aufgabe wird vorrichtungstechnisch durch die Merkmale des Anspruchs 1 und verfahrenstechnisch durch die Merkmale des Anspruchs 9 gelöst.

20 Aufgrund des mittels der Temperatureinstelleinrichtung in einer Probe eingestellten Temperaturprofils werden die Magnetfeldsignale des Materials der Probe, insbesondere von Seigerungen, derart verstärkt, daß Materialinhomogenitäten erfaßt und lokalisiert werden können, wenn das Magnetfeld außerhalb der Probe während einer Positionsänderung gemessen wird. Dadurch können Materialinhomogenitäten an der Oberfläche und auch tief unter der Oberfläche der Probe zerstörungsfrei und exakt erfaßt werden.

Die erfindungsgemäße Prüfvorrichtung mißt und prüft zerstörungsfrei, wobei die Vorrichtung die Temperatur bzw. den Temperaturgradienten im Meßobjekt gezielt einstellt und das Magnetfeld außerhalb des Meßobjekts mißt. Charakteristische Magnetfeldsignaturen kommen aufgrund unterschiedlicher physikalischer Effekte zustande. Zu diesen gehören die Temperaturabhängigkeit der Suszeptibilität, thermoelektrische Effekte und thermomagnetische Effekte.

30 Meßsignale, die auf Suszeptibilitätsunterschieden basieren, werden stärker, wenn dieser Unterschied größer ist. Nun wird die Suszeptibilität von vielen Materialien mit abnehmender Temperatur größer. Sie ist häufig etwa proportional zum Kehrwert der absoluten Temperatur. Ein Abkühlen des Werkstücks erhöht daher die Suszeptibilität von Grundmaterial und Einschluß und damit auch die Differenz von beiden, wie aus der Veröffentlichung von W.

Schultz, „Dielektrische und magnetische Eigenschaften der Werkstoffe“, Vieweg, Braunschweig von 1970 bekannt ist. Die Abkühlung ist dabei kontrastverstärkend. Dieses auf Suszeptibilitätsunterschieden basierende Meßverfahren erlaubt, auch tief unter der Oberfläche liegende Inhomogenitäten zu detektieren.

- 10 Von den thermoelektrischen Effekten werden in diesem Zusammenhang unter anderem der Seebeck-Effekt und der erste Benedicks-Effekt genutzt, welche aus der Veröffentlichung von Joachim Schubert: „Physikalisch Effekte“, Physik-Verlag, Weinheim 1984 bekannt sind.

Wenn zwei Kontaktstellen zwischen zwei unterschiedlichen Materialien auf unterschiedlicher Temperatur liegen, entsteht zwischen Ihnen eine elektrische Spannung. Dies ist eine Thermospannung, der Effekt ist der Seebeck-Effekt. In dem zu prüfenden Bauteil werden diese Kontaktstellen durch die Grenzschicht zwischen Grundmaterial und Einschluß gebildet. Wenn ein Temperaturgradient über dem Einschluß liegt, ist die Voraussetzung für die Entstehung von Thermospannungen und Thermoströmen gegeben. Diese Ströme wiederum erzeugen auch  
20 außerhalb des Prüfobjekts ein Magnetfeld, das es mit dem Magnetfeldmeßgerät zu detektieren gilt. Der angesprochene Temperaturgradient kann durch Kühlen oder Erwärmen hergestellt werden. Das Vorzeichen des erzeugten Magnetfeldes gibt zusammen mit dem Vorzeichen des Temperaturgradienten Hinweise auf die Materialklasse der Einschlüsse. Die hierbei zu detektierenden Einschlüsse müssen elektrisch leitend sein.

Risse oder isolierende Einschlüsse in ansonsten homogenem Material können über den ersten Benedicks-Effekt detektiert werden. Nach dem Benedicks-Effekt entsteht in einem homogenen Leiter eine Thermospannung, wenn ein hohes Temperaturgefälle vorliegt. Diese Thermospannung wiederum hat Thermoströme zur Folge, deren Verteilung durch Risse und isolierende  
30 Einschlüsse gestört wird. Entsprechende Änderungen im Magnetfeld, das durch diese Ströme außerhalb des Prüfobjekts erzeugt wird, können detektiert werden.

Gemäß der Erfindung werden die thermoelektrischen Effekte beobachtet, ohne einen elektrischen und mechanischen Kontakt herzustellen. Dies hat die Vorteile, daß Fehler durch unreproduzierbare Kontakte vermieden werden, daß das Bauteil mit mehr Freiheitsgraden abgeta-

stet werden kann, und daß dabei keine Kratzspuren hinterlassen werden. Dieses auf thermoelektrischen Effekten basierende Meßverfahren erlaubt, auch tief unter der Oberfläche liegende Inhomogenitäten zu detektieren.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

10

Bei Nutzung der thermoelektrischen Effekte kann das Temperaturgefälle in nacheinanderfolgenden Messungen gezielt unterschiedlich eingestellt werden. Die daraus resultierenden unterschiedlichen Meßsignale geben weitere Informationen zur untersuchten Inhomogenität, wie z.B. eine verbesserte Lokalisierung und Formbestimmung.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung anhand der Zeichnungen.

20 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Prüfvorrichtung gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine graphische Darstellung eines Meßsignals einer Probe, welches von der Prüfvorrichtung von Fig. 1 ermittelt wurde; und

Fig. 3 eine graphische Darstellung eines weiteren Meßsignals einer Probe, welches von der Prüfvorrichtung von Fig. 1 ermittelt wurde.

30 In Fig. 1 ist ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel einer Prüfvorrichtung zur Erfassung und Lokalisierung von Materialinhomogenitäten in einem Meßobjekt bzw. einer Probe 10 gezeigt, welche insbesondere vormagnetisiert ist. Die Probe 10 ist eine kreisförmige Scheibe, die von einem kurzen Rohrstück 21 getragen wird, welches als Abstandshalter und Kältebrücke dient. Die Unterseite des Rohres 21 ist mit Kühlflüssigkeit, insbesondere flüssigem Stickstoff, gekühlt. In der Probe 10 selbst entsteht so ein Temperaturgradient, d.h. ein Temperaturgefälle,



bei dem oben eine höhere und unten eine tiefere Temperatur vorliegt. Die Probe 10 wird gedreht und an seiner Oberseite wird das Magnetfeld mit einem Magnetfeldmeßgerät bzw. einem Gradiometer 20 abgetastet. Als Magnetfeldmeßgerät wird ein Squid-Gradiometer 20 zweiter Ordnung (HMT) verwendet, wie in Fig. 1 gezeigt, welches die Normal-Komponente des Magnetfelds an der Oberfläche des Werkstücks bzw. der Probe 10 mißt. Dieses Magnetfeldmeßgerät 20 besteht aus drei einzelnen Squid-Sensoren 22, welche aus Hochtemperatursupraleitern hergestellt sind. Zum Betrieb werden sie mit flüssigem Stickstoff gefüllt. Die drei Sensoren 22 und ihre elektronischen Kanäle sind mechanisch und elektronisch derart abgestimmt, daß Hintergrundfelder extrem unterdrückt werden. Nur Signale aus der benachbarten Probe 10 werden zur Anzeige gebracht, und zwar mit besonders hoher Empfindlichkeit. Dieses Meßsystem benötigt also keine magnetische Abschirmung um die Probe 10 und Sensoren 22 herum, wie sonst bei Squid-Meßsystemen häufig notwendig.

Es gibt unterschiedliche Kühlmethoden, wie in Fig. 1 gezeigt, welche auf der Verwendung einer Kühlflüssigkeit basieren. Bei Verwendung einer ersten Methode 50 wird die Probe 10 großflächig auf der Unterseite eingekühlt, und es stellt sich ein bestimmtes Temperaturgefälle in der Probe 10 ein. Gemäß einer zweiten Methode 60 wird ein Rohrstück 21 eingekühlt, dessen Durchmesser geeignet gewählt und variiert werden kann. Mit Variation des Temperaturgefälles können vorhandene Inhomogenitäten lokalisiert werden. Die Probe 10 kann durch Umdrehen von beiden Seiten vermessen werden. Meist wird dabei ein Polaritätswechsel und eine Amplitudenänderung des Meßsignals erwartet. Der Gradiometer 20 bzw. der Kryostat mit Gradiometer, insbesondere mit „epoxy dewar“ bzw. Epoxy-Pol, weist eine Höhe von ca. 800 mm auf, wobei der Durchmesser des unteren Teils ca. 90 mm beträgt. Das Gradiometer 20 kann in seiner Höhe über der Probe 10 variiert werden, um in einer nacheinander folgenden Messungen die Tiefe einer Inhomogenität zu bestimmen.

Die drei Squid-Sensoren 22 sind normalerweise wie oben beschrieben zu einem Gradiometer 20 zweiter Ordnung elektronisch verschaltet. In Fig. 1 sind die drei Squid-Sensoren 22 mit einer elektronischen Vorrichtung 40 verbunden, wobei die elektronische Vorrichtung 40 ein Meßergebnis in  $((d^2 B_z)/(dz^2)) (t)$  angibt, wie durch den von der elektronischen Vorrichtung 40 wegführenden Pfeil angedeutet. Diese Verschaltung kann leicht geändert werden, so daß

die unteren beiden und auch die oberen beiden Squid-Sensoren 22 jeweils zu Gradiometern erster Ordnung verbunden werden können. Auf diese Weise ist es möglich, mit diesen beiden Magnetfeldmeßgeräten gleichzeitig in unterschiedlichen Entfernungen zur Probe 10 zu messen und darüber hinaus eine Tiefenbestimmung vorhandender Inhomogenitäten durchzuführen.

10

Die Fig. 2 und 3 zeigen graphische Darstellungen von Meßsignalen, welche mit einer Prüfvorrichtung von Fig. 1 aufgenommen wurden, wobei die Scheibe aus der Nickelbasislegierung Waspaloy mit einem Scheibendurchmesser von ca. 180 mm und einer Scheibendicke von ca. 40 mm bestand. In den Fig. 2 und 3 gibt die x-Achse den Drehwinkel der Probe 10 zwischen  $0^\circ$  und  $360^\circ$  an, wobei die y-Achse die Magnetfeldstärke in  $(d^2 B_z)/(dz^2)$  angibt. An der Oberfläche war durch Seigerungsätzen unter dem Winkel  $\phi = 190^\circ$ , welcher das Minimum der Graphen darstellt, eine Hard- $\alpha$ -Seigerung erkannt und lokalisiert wurden.

20

Fig. 2 zeigt das ausgeprägte Meßsignal an der Stelle der Seigerung, hervorgerufen durch Ströme, die gemäß dem Seebeck-Effekt in der Probe 10 fließen. In Fig. 2 ist der Temperaturgradient sehr stark eingestellt, wodurch das Meßsignal stark ausgeprägt ist.

Unter sonst gleichen Bedingungen zeigt Fig. 3 die Messung bei schwächer eingestellten Temperaturgradienten mit entsprechend weniger stark ausgeprägtem Meßsignal mit dem Minimum des Graphen bei  $\phi = 190^\circ$ .

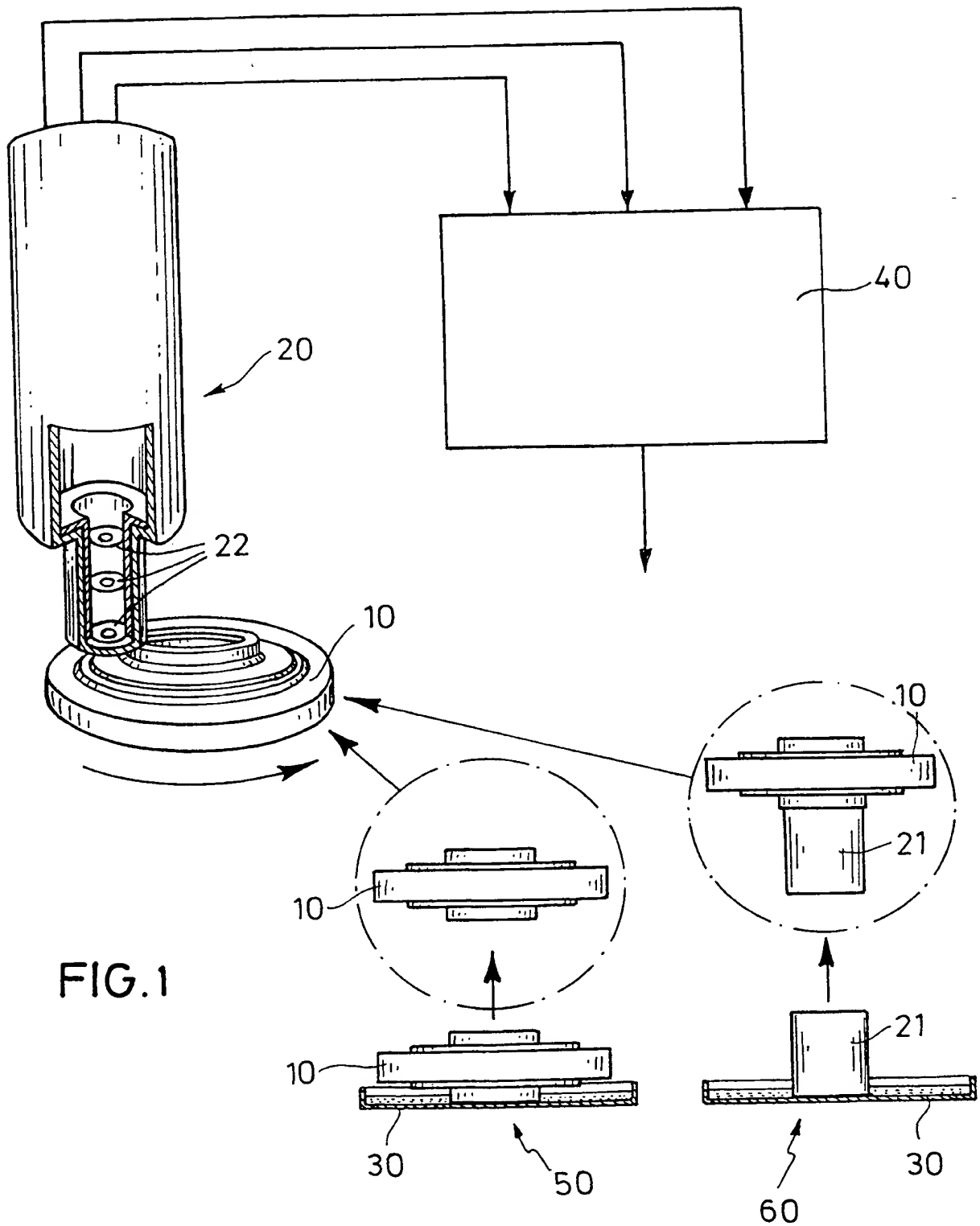
30

## Patentansprüche

- 10 1. Prüfvorrichtung zur Erfassung und Lokalisierung von Materialinhomogenitäten in elektrisch leitenden Proben (10), aufweisend einen Halter (30) für die zu prüfende Probe (10);
- eine Temperatureinstellrichtung (30, 50, 60) zur Ausbildung eines Temperaturprofils in der Probe (10);
- einen mit dem Halter (30) verbundenen Antrieb zur Positionsänderung der Probe (10);
- zumindest einen Meßwertaufnehmer (20) zur kontaktlosen Messung des Magnetfelds außerhalb der Probe (10).
- 20 2. Prüfvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatureinstellrichtung (30, 50, 60) einen Temperaturgradienten in der Probe (10) einstellt.
3. Prüfvorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatureinstellrichtung (30, 50, 60) ein Temperaturprofil in der Probe (10) einstellt, das eine homogene ortsabhängige, konstante Temperatur aufweist.
4. Prüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatureinstelleinrichtung (30, 50, 60) mit dem Meßwertaufnehmer (20) verbunden ist.
- 30 5. Prüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Halter (30) mit der Temperatureinstelleinrichtung (30, 50, 60) verbunden ist.
6. Prüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer (20) beweglich bzw. verschieblich angeordnet ist.

7. Prüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer (20) ein Squid-Magnetometer (20,22) aufweist.
8. Prüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
10 daß der Meßwertaufnehmer (20) ein Squid-Gradiometer (22) aufweist.
9. Verfahren zur Erfassung und Lokalisierung von Materialinhomogenitäten in elektrisch leitenden Proben, dadurch gekennzeichnet, daß die Probe (10) auf ein vorbestimmtes Temperaturprofil gebracht wird und das Magnetfeld außerhalb der Probe (10) gemessen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Temperaturprofil einen Temperaturgradienten aufweist.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Polarität des Meßsignals und der Richtung des Temperaturgradienten auf den Typ der Inhomogenität geschlossen wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur verbesserten Lokalisierung und Formbestimmung der Inhomogenität in nacheinander folgenden Messungen das Temperaturprofil in der Probe (10) unterschiedlich eingestellt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefenbestimmung der Inhomogenität dadurch erfolgt, daß in nacheinanderfolgenden Messungen  
30 in unterschiedlichen Entfernungen von der Probe (10) gemessen wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefenbestimmung der Inhomogenität dadurch erfolgt, daß mit mehreren Meßwertaufnehmern (20, 22) in unterschiedlichen Entfernungen von der Probe (10) gleichzeitig gemessen wird.

- 1 / 2 -



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 2 / 2 -

FIG.3

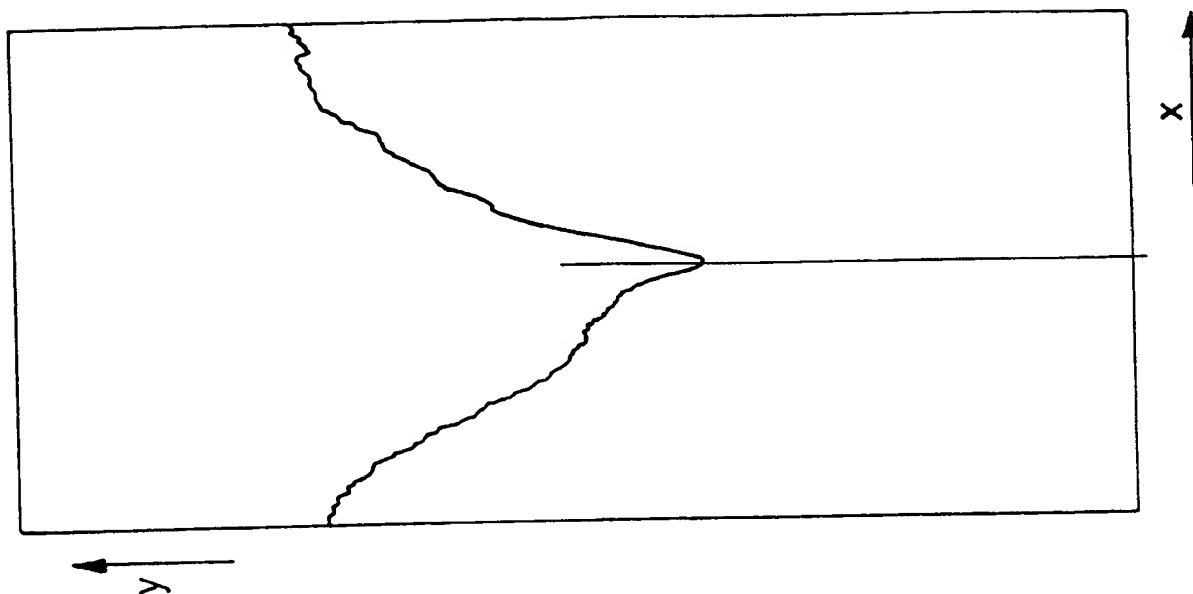
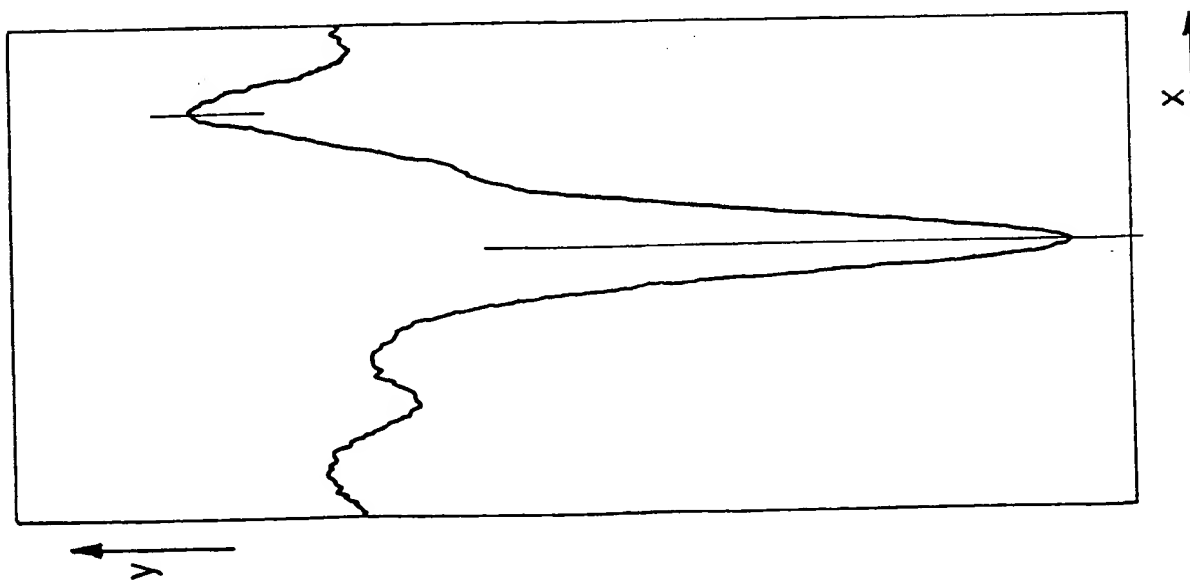


FIG.2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/EP 99/07440

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01N27/72

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 534 405 A (HULEK ET AL.) 13 August 1985 (1985-08-13) abstract column 2, line 61 -column 3, line 15; figure 1	1-14
A	EP 0 135 204 A (CISE) 27 March 1985 (1985-03-27) abstract page 1, line 8 - line 24; figure 1	1-14
A	US 5 537 037 A (OTAKA ET AL.) 16 July 1996 (1996-07-16) abstract column 3, line 22 -column 4, line 26; figure 1	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 February 2000

Date of mailing of the international search report

07/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kempf, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/07440

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4534405	A	13-08-1985	AT 382458 B AT 51582 A EP 0088069 A JP 58165005 A	25-02-1987 15-07-1986 07-09-1983 30-09-1983
EP 135204	A	27-03-1985	IT 1163522 B JP 60014162 A	08-04-1987 24-01-1985
US 5537037	A	16-07-1996	JP 6324021 A	25-11-1994

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. und/oder Abkürzungen

PCT/EP 99/07440

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01N27/72

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 534 405 A (HULEK ET AL.) 13. August 1985 (1985-08-13) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildung 1	1-14
A	EP 0 135 204 A (CISE) 27. März 1985 (1985-03-27) Zusammenfassung Seite 1, Zeile 8 - Zeile 24; Abbildung 1	1-14
A	US 5 537 037 A (OTAKA ET AL.) 16. Juli 1996 (1996-07-16) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 22 - Spalte 4, Zeile 26; Abbildung 1	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindeterischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindeterischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"g" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Februar 2000

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

07/03/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kempf, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/EP 99/07440

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4534405 A	13-08-1985	AT 382458 B	25-02-1987
		AT 51582 A	15-07-1986
		EP 0088069 A	07-09-1983
		JP 58165005 A	30-09-1983
EP 135204 A	27-03-1985	IT 1163522 B	08-04-1987
		JP 60014162 A	24-01-1985
US 5537037 A	16-07-1996	JP 6324021 A	25-11-1994